

УДК 615.84

*А. Г. Лесніков, студент гр. ПБ-392мп, М.Ф. Терещенко к.т.н., доцент
КПІ ім. Ігоря Сікорського*

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КОАГУЛЯЦІЇ, СТИМУЛЯЦІЇ ТА ДІАГНОСТИКИ БІОЛОГІЧНИХ ТКАНИН

Анотація. Автоматизована система коагуляції, стимуляції та діагностики біологічних тканин (БТ) полягає у електростимуляції БТ струмами різної величини з активним контролем температури в зоні впливу електрокоагулятора. Достовірність результатів обумовлена автоматизованим моніторингом та коригуванням установлених параметрів коагуляції. Дана автоматизована система коагуляції, що призначена для забезпечення ефективного розтину (розрізу) і коагуляції біологічних тканин, включає себе: діагностику уражених тканин, електростимуляцію, електрохірургічне втручання, а також автоматичне регулювання параметрів імпедансу, автоматичний контроль температури та параметрів вище перерахованих процесів у будь-який момент часу.

Ключові слова: електрохірургія, електростимуляція, коагуляція біологічних тканин, діагностика, автоматизована система, температура, імпеданс

ВСТУП

Зі стрімким розвитком сучасної медицини розвиваються нові методи, засоби та комплексні системи електрохірургії, що роблять її безпечною для проведення операцій, успішною та швидкою. Одним із прикладів є система малотравматичної коагуляції різного роду біологічних тканин, адже вона уже набула досить широкого застосування, як один із найефективніших видів сучасного електрохірургічного втручання, що використовується практично при кожній операції для проведення надрізів та коагуляції, зварювання біологічних тканин без крововиливів та температурних уражень.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

В сучасній електрохірургії досить широко застосовуються мультифункціональні системи для проведення коагуляції [1]. Однак вони мають суттєві недоліки, що в певній мірі впливають на отриманий результат. Серед розглянутих медичних апаратів, таких як: «BOWA ARC 250», «НАДІЯ-4», «ІТС-400D», «ЕК-300М», не було виявлено діагностичного каналу оцінки стану термічного впливу на зону хірургічного втручання, тобто це надає неповну інформацію про стан тканин та перебіг процесів електрохірургічного втручання в будь-який момент часу [2].

Тому за мету дослідження було поставлено задачу досягнення ефективного процесу коагуляції та розробка автоматизованої системи з вбудованою експрес-діагностикою.

СИСТЕМА МАЛОТРАВМАТИЧНОЇ КОАГУЛЯЦІЇ

В процесі дослідження було розроблено автоматизовану систему стимуляції, коагуляції та експрес-діагностики біологічних тканин. Така система використовує комплексний спосіб електрокоагуляції пацієнта імпульсним струмом, заданим за певним законом. Можна виділити три основні типи імпульсів: прямокутні, трикутні та діадинамічні. Для таких імпульсів задають відповідні значення параметрів сили струму, тривалості та частоти імпульсів [3].

Автоматизація запропонованої системи полягає в наступному:

- створення системи зворотного зв'язку з постійному вимірюванні багатьох параметрів, серед яких: величина сили струму, температури, тривалості дії процесу на робочій ділянці БТ;

- порівнянні значень з установленими, підтриманні та, у разі необхідності, їх коригування;

- створення бази даних, накопичення діагностичної інформації, її передачі та синхронізації [4].

Для стимуляції значення частоти струму встановлюють від 1 до 100 Гц., а інтервал імпульсів - від 0,1 мс до 10 мс. При цьому вимірювання градієнтів температури виконують за допомогою спеціального датчика, який контактує з поверхнею тіла [5].

На рис. 1 зображено структурну схему автоматизованої системи коагуляції та електростимуляції біологічних тканин.

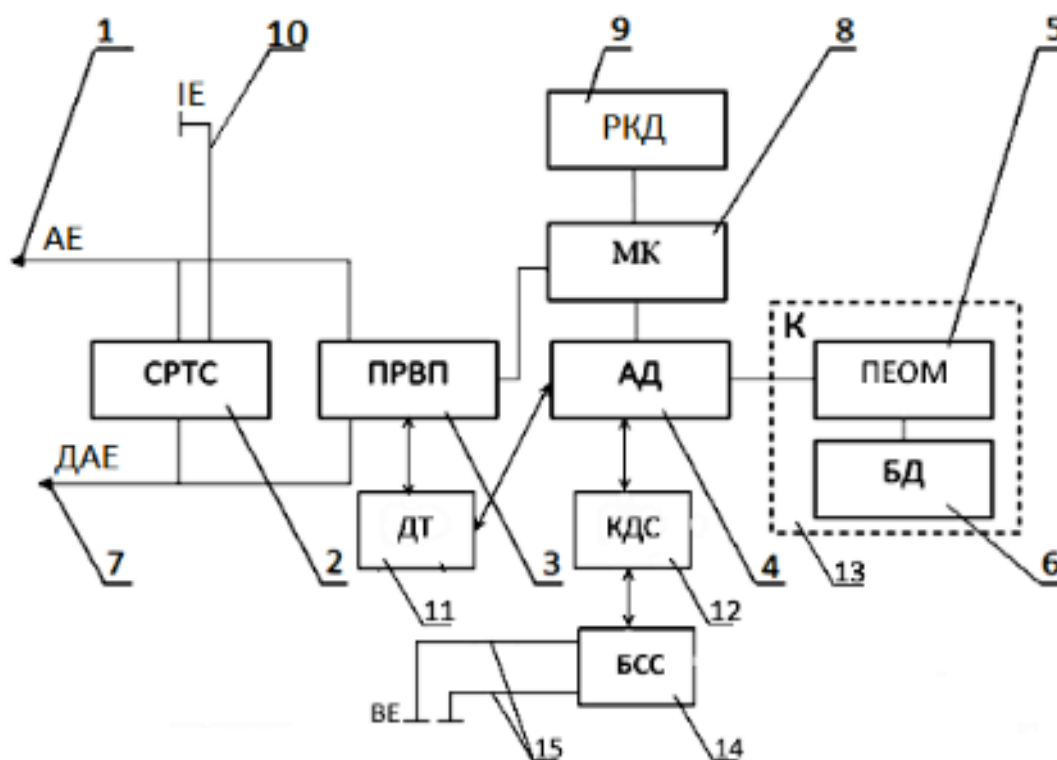


Рис. 1. Автоматизований пристрій діагностики, електростимуляції та коагуляції біологічних тканин людини, де 1 – активний електрод; 2 – блок стабілізації тестуючого сигналу; 3 – прилад реєстрації вимірюваного параметра; 4 – адаптер; 5 – персональних електронних обчислювальних машин; 6 – блок з базою даних; 7 – додатковий активний електрод; 8 – мікроконтролер; 9 – рідкокристалічний дисплей; 10 – індиферентний електрод; 11 – датчик температури; 12 – кероване джерело струму; 13 – комп'ютер; 14 – блоку стабілізації струму; 15 – виносні електроди

Електрокоагуляцію застосовують з метою зменшення побічних уражень здорових тканин та прискорення процесу одужання пацієнта шляхом зменшення тривалості після операційного періоду. Безпечність та ефективність використання процедури електрокоагуляції наведено в [6].

Процес електрозварювання показано на рис. 2 [6].



Рис. 2. Електрозварювання апаратом ЕК 300М1: а) етап холецистотомії; б) фіксація тканин для зварювання в) результат зварювання

Алгоритм проведення електрокоагуляції в спроектованій автоматизованій системі коагуляції БТ, стимуляції та діагностики наступний: активні електроди, індіферентний електрод та датчик температури розміщують в конкретній ділянці БТ та проводиться замір температури.

Завантажується програма місцевого - локального біоімпедансного та температурного досліджень або органічного - глобального дослідження. Програма глобального дослідження підбирає лікар-фахівець з бібліотеки стандартних програм глобальних досліджень. Локальна програма встановлює протокол впливу на біооб'єкт зондуючим струмом.

Після того, як завершено завантаження локальної програми, подальше керування процесом дослідження здійснюється під управлінням глобальної програми, яка реалізує взаємодію між пацієнтом і ПК.

Початок дослідження відбувається наступним чином: встановлюються координати анатомічної області, в яку необхідно встановити активні електроди та виконується локальна програма з активним вимірюванням температури в зоні дії електродів.

Фіксуються параметри комплексного значення $Z(R, X_c)$ активного R та реактивного X_c опору БТ та формулюється діагностичний висновок.

При обраних зафіксованих параметрах та в електрокоагулюючому режимі здійснюється лікарем-фахівцем(хірургом) виконується оперативне втручання відповідно до плану хірургічної операції рис. 2 [6].

Процеси електростимуляції, електрокоагуляції та корегування електричного поля зони дослідження відбувається автоматизовано згідно заданої програми [7].

Отже, дана система коагуляції, стимуляції та діагностики БТ є ефективною завдяки розширеним можливостям та автоматизованим процесом, що дозволяють максимально якісно провести електрокоагуляцію

ВИСНОВКИ

Розроблено автоматизовану систему коагуляції біологічних тканин, стимуляції та діагностики з контролем температури в зоні впливу електрокоагуляції, що дозволяє розширити функціональні можливості за рахунок автоматизованого регулювання потужності та часу впливу відносно

температури суттєво зменшити травматичність процедури та пришвидшити час відновлення людини в післяопераційному періоді.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Автоматизовані магнітотерапевтичні апарати: монографія / М. Ф. Терещенко, Г. С. Тимчик, В. Ю. Рудик та ін. - Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2020. - 272 с. ISBN 978-966-900-010-4
Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/37587>
- [2] Малий О.А., Лесніков А.Г., Терещенко М.Ф., Яковенко І.О. Дія магнітного поля на параметри глибини проникнення фармацевтичних препаратів // *Збірник праць XV Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Ефективність інженерних рішень у приладобудуванні»* 10-11 грудня 2019 р, Київ, ПБФ, НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», — 2019.- 546 с. — С. 358-361
- [3] Терещенко М.Ф. Біофізика: практикум / М.Ф. Терещенко, Г.С. Тимчик, І.О. Яковенко. - Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2019.- 288 с. ISBN 978-966-622-952-9 Режим доступу: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/28227>
- [4] Терещенко М.Ф. Біофізика: лабораторний практикум / М.Ф. Терещенко, Г.С. Тимчик, І.О. Яковенко. - Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2019.- 176 с. ISBN 978-966-622-980-2 Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/31467>
- [5] Високоточні джерела змінних магнітних полів: монографія / М.Ф. Терещенко, Г. С.Тимчик, В.Ю. Рудик, Т.О. Рудик. - Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2020.- 156 с. ISBN 978-966-990-006-7
Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/35984>
- [6] Бабий А.М. Опыт применения отечественной высокочастотной электросваривающей технологии в хирургическом лечении больных с абдоминальной патологией / Бабий А.М. Шевченко Б.Ф., Ратчик В.М. // *"GASTROENTEROLOGY"* 2 (52) 2014 Режим доступа: <http://www.mif-ua.com/archive/article/38622>
- [7] Дорошук, І. А. Система стимуляції біологічних тканин з діагностикою / І.А. Дорошук, М. Ф. Терещенко // *XII Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Погляд у майбутнє приладобудування»*, 15-16 травня 2019 р., м. Київ, Україна : збірник праць / КПІ ім. Ігоря Сікорського, ПБФ. — Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. — С. 305–308. Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/28132>

Наук. керівник – к.т.н., доцент. Терещенко М.Ф.